

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2005 年 8 月 18 日 (18.08.2005)

PCT

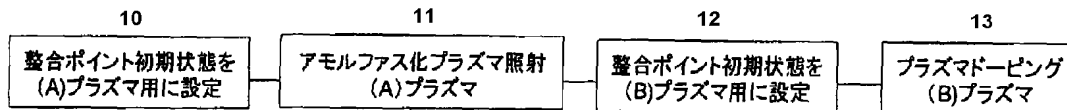
(10) 国際公開番号
WO 2005/076328 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 21/265 (74) 代理人: 高松 猛, 外(TAKAMATSU, Takeshi et al.); 〒1076013 東京都港区赤坂一丁目 1 2 番 3 2 号アー
ク森ビル 1 3 階 栄光特許事務所 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/001706
- (22) 国際出願日: 2005 年 2 月 4 日 (04.02.2005) (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が
可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,
BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT,
LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI,
NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,
SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2004-031174 2004 年 2 月 6 日 (06.02.2004) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電
器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUS-
TRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大
字門真 1 0 0 6 番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 佐々木 雄一
朗 (SASAKI, Yuichiro). 奥村 智洋 (OKUMURA, To-
mohiro). 水野 文二 (MIZUNO, Bunji). 金 成国 (JIN,
Cheng-Guo). 中山 一郎 (NAKAYAMA, Ichiro). 前嶋 聡
(MAESHIMA, Satoshi). 岡下 勝己 (OKASHITA, Kat-
sumi).
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護
が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA,
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ,
BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE,
BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告書

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR INTRODUCING IMPURITIES

(54) 発明の名称: 不純物導入方法



10... SET INITIAL CONDITIONS OF MATCHING POINT FOR PLASMA (A)

11... AMORPHIZING PLASMA IRRADIATION PLASMA (A)

12... SET INITIAL CONDITIONS OF MATCHING POINT FOR PLASMA (B)

13... PLASMA DOPING PLASMA (B)

(57) Abstract: A method for introducing impurities, in which a process of a combination of amorphizing plasma irradiation and plasma doping can be repeated through a simple step with a high throughput without causing any failure of the equipment. At the time of switching between the plasma used in the amorphizing plasma irradiation and the plasma used in plasma doping, discharge is stopped and the initial conditions at the matching point of a high frequency power supply or the peripheral circuit are reset suitably to the plasma used in each process. Alternatively, the load on the high frequency power is lightened at the time of the switching by raising the pressure or lowering the bias voltage.

(57) 要約: アモルファス化プラズマ照射とプラズマドーピングを組合せたプロセスを工程が簡単でスループットが高い状態で装置を故障させることなく繰り返し行うことができる不純物導入方法を提供する。アモルファス化プラズマ照射とプラズマドーピングで使用するプラズマを切り替える時に、放電を止めて高周波電源や周辺回路の整合ポイントの初期状態を各工程で使用するプラズマに適応するように設定し直す、または、圧力を上げたりバイアス電圧を下げたりして切り替え時に高周波電源などに掛かる負荷を低減する。

WO 2005/076328 A1



2文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

不純物導入方法

技術分野

- [0001] 本発明は、不純物導入方法に係り、特に、半導体基板上に電子素子を形成するための接合の形成方法、液晶パネルなどに用いられる絶縁性基板表面に半導体薄膜を形成した基板に電子素子を形成するための接合を形成する方法に関する。

背景技術

- [0002] 例えば半導体基板に、素子領域を形成するに際しては多数のpn接合が用いられる。また、基板表面に絶縁膜を介してシリコン薄膜を形成したSOI (silicon on insulator) 基板はDRAMなど種々の半導体装置に広く用いられている。また基板表面に半導体薄膜を形成したガラス基板は、この半導体薄膜中に薄膜トランジスタ(TFT)を含む液晶の駆動回路を集積化することにより液晶パネルの小型化、高速化を企図して注目されている。
- [0003] このように種々の半導体デバイスを形成するに際し、pn接合が用いられる。このようなpn接合の形成方法としては、従来、n型シリコン基板にイオン注入でボロンなどのp型不純物を導入した後、ハロゲンランプで電氣的に活性化する方法が用いられている。
- [0004] 例えばp型不純物であるボロンの導入方法としては、イオン注入の他に、極低エネルギーで効率よく粒子を導入できる次世代の方法としてプラズマドーピングが期待されている。
- 導入されたボロンイオンなどのイオンを電氣的に活性化させる方法としては、ハロゲンランプ光の他、キセノンフラッシュランプ光、全固体レーザー光、エキシマレーザー光を照射する方法などが研究開発されている。
- [0005] ここで、シリコン結晶とアモルファスシリコンの光の吸収係数の差を利用して浅い活性化層を形成する方法が提案されている。つまり、375 nm以上の波長範囲では、シリコン結晶と比較してアモルファスシリコンの方が光の吸収係数大きい。そこで、例えば、光を照射する前のシリコン基板表面にあらかじめアモルファス層を形成しておき、

その後に光を照射することで、アモルファス層で多くの光エネルギーを吸収させて、浅い活性化層を形成するというものである。これらの報告では、不純物の導入に先立ち、基板表面のプレアモルファス化を行い、その後に不純物の導入をするのが一般的である。プレアモルファス化にはゲルマニウムやシリコンのイオン注入が用いられている(非特許文献1、2、3、4、5、特許文献1参照)。

[0006] 最近では、プラズマを用いたシリコン極浅層のアモルファス化とプラズマドーピングを組合せたプロセスが本発明者らによって提案された。これによると、プラズマ照射装置を用いて、ヘリウムなどのプラズマをシリコン基板に照射することでシリコン表面の極浅層をアモルファス化できる。さらに、同じ装置を用いてボロンを含むガスのプラズマでプラズマドーピングすることで極浅の不純物導入ができる。この方法では、イオン注入と比較して低エネルギーのプラズマを用いるので、極浅の領域を効率良くアモルファス化できるという利点がある。さらに、プラズマドーピングと併用することで極浅のアモルファス化された不純物層を1台の装置で容易に形成することができる。

[0007] 非特許文献1:Ext. Abstr. of IWJT, pp23-26, Tokyo, 2002.

非特許文献2:Symposium on VLSI Technology Digest of Technical Papers, pp53-54, Kyoto, 2003.

非特許文献3:Ext. Abstr. of IWJT, pp31-34, Tokyo, 2002.

非特許文献4:Ext. Abstr. of IWJT, pp27-28, Tokyo, 2002.

非特許文献5:2000 International Conference on Ion Implantation Technology Proceedings, 2000, pp. 175-177.

特許文献1:特許第3054123号(P3054123)

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0008] プラズマを用いたシリコン極浅層のアモルファス化とプラズマドーピングを組合せたプロセスにおいては、表面の酸化防止や汚染防止の観点から、アモルファス化とプラズマドーピングを同一チャンバー内で実現するのが望ましい。

また、装置面においても、工程を分離して別のプラズマ照射装置で行おうとする場合、複数のチャンバーを必要とし、チャンバー間の搬送に要する時間が必要になるこ

とから効率的ではないという問題がある。

- [0009] そこで、プラズマを用いたシリコン極浅層のアモルファス化と、プラズマドーピングを組合せたプロセスを同一チャンバー内で実現する装置について種々の実験を重ねた。その結果、実験を進める中で、プラズマ導入装置の電源や周辺回路に破損が起こるのは両工程で用いるプラズマを切り替えるときであるということを見出した。
- [0010] さらに、その原因はアモルファス化とプラズマドーピングを連続して行うプロセスでは、別種類のプラズマを連続して用いるので、バイアス印加手段や、プラズマ源としての高周波電源や周辺回路の整合ポイントが異なり、プラズマの切り替え時に負荷が掛かるためであることがわかった。
- [0011] このように、同一チャンバー内で、アモルファス化とプラズマドーピングを実現する場合、プラズマの切り替え時に、バイアス印加手段や、プラズマ源としての高周波電源あるいはその周辺回路に負荷がかかり装置が破損し易いという問題があった。
- [0012] このような状況のなかで、プロセス全体の効率や装置への投資効率を大幅に落とすことなく、アモルファス化のために用いるプラズマとプラズマドーピングで用いるプラズマの切り替え時に、高周波発生源あるいはその周辺回路の破損を招くことのない方法の提供が求められていた。
- [0013] 本発明は、前記実情に鑑みてなされたもので、装置の破損を招くことなく、プラズマを用いたシリコン極浅層のアモルファス化とプラズマドーピングを同一チャンバー内で実現することのできる方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0014] そこで本発明の方法では、アモルファス化プラズマ照射とプラズマドーピングの工程間でプラズマを切り替える時に放電を止めてバイアス印加またはプラズマ源の高周波電源の初期状態、もしくは、整合回路の整合ポイントの初期状態を各工程で使用するプラズマに適応するように設定し直すものである。
- [0015] 本発明の不純物導入方法は、半導体基板の表面をアモルファス状態とするアモルファス化プラズマ照射を行う第1のプラズマ照射工程と、前記半導体基板に浅い接合を形成すべく不純物をプラズマドーピングする第2のプラズマ照射工程とを含み、前記第1のプラズマ照射工程から前記第2のプラズマ照射工程に移行するに際し、プラ

ズマ照射条件を設定しなおす再設定工程を含む。

この方法により、装置に余分な負荷がかかるのを防ぎ、効率的な使用が可能となるため、装置の破損を招くのを防ぐことができる。

- [0016] また本発明の不純物導入方法は、前記再設定工程が、プラズマ発生源の初期状態を各工程で使用するプラズマに適応するように設定し直す工程を含む。

この方法により、容易に適切なプラズマ状態を提供することができる。

- [0017] また本発明の不純物導入方法は、前記再設定工程が、整合回路の整合ポイントの初期状態を各工程で使用するプラズマに適応するように設定し直す工程を含む。

この方法により、整合回路がプラズマ照射開始直後に整合状態へ設定されるため、装置に余分な負荷がかかるのを防ぐことができる。

- [0018] また本発明の不純物導入方法は、前記再設定工程が、前記第1のプラズマ照射工程から前記第2のプラズマ照射工程に移行するに際し、一旦放電を停止して再設定する工程を含む。

切り替え時に大電流が流れることがあるが、一旦放電を停止することにより、整合回路の整合不良による高周波電源の故障を防ぐことができる。

- [0019] また本発明の不純物導入方法は、前記再設定工程が、前記第1のプラズマ照射工程から前記第2のプラズマ照射工程に移行するに際し、バイアスパワーを下げて変化させた後に所望のバイアスパワーを印加する工程を含む。

この方法により、切り替え時に大電流が流れることがあるが、バイアスパワーを下げて変化させた後に所望のバイアスパワーを印加するようにしているため、前記第2のプラズマ照射工程開始時の整合回路の整合不良による高周波電源の故障を防ぐことができる。プラズマ切り替え時のバイアスパワーは、切り替え後に印加すべきバイアスパワーの5-50%に下げることが望ましい。より望ましくは5-30%に低下させる。50%以上であれば効果が少ない。一方、バイアスパワーを下げすぎると反射波をゼロにできない。

- [0020] また本発明の不純物導入方法は、前記再設定工程が、前記第1のプラズマ照射工程から前記第2のプラズマ照射工程に移行するに際し、圧力を上げて、圧力を除く他の条件を変化させた後に所望の圧力を設定するものを含む。

圧力を上げた状態で、条件を再設定することにより、整合回路が整合状態を維持したまま、前記第2のプラズマ照射工程に移行できるため、周辺回路及び高周波電源の故障を防ぐことができる。プラズマ切り替え時の圧力は、切り替え後に設定する圧力の1.1〜3.0倍とする。1.1倍以下であれば効果がない。一方、圧力を3.0倍以上に上げすぎるとプロセスに時間が掛かりすぎる。

[0021] また本発明の不純物導入方法は、前記第1のプラズマ照射工程の後に、前記第2のプラズマ照射工程が実行されることを特徴とするものを含む。

この場合特にプラズマ照射工程切り替え時の整合回路及び高周波電源への負荷の増加による故障という問題があるが、この方法を用いることにより、整合回路及び高周波電源への余分な負荷を防ぎ、前記第2のプラズマ照射工程で適切なプラズマ状態を提供することができる。このようにすることで、アモルファス化の効果、すなわちアニール時の光の吸収率を向上させ、低温でアニールできることや不純物の活性化率を向上させ、低抵抗化することなどの効果を得る。このように、アモルファス化プラズマ照射とプラズマドーピングを組合せた新しく提案されたプロセスにおけるプラズマ切り替え時の工夫は、極めて有効である。

[0022] また本発明の不純物導入方法は、前記第2のプラズマ照射工程の後、さらに第1のプラズマ照射工程が実行されるようにしたものを含む。

この場合特にプラズマ照射工程切り替え時の整合回路及び高周波電源への負荷の増加による故障という問題があるが、この方法を用いることにより、整合回路及び高周波電源へ余分な負荷かけることなく周辺回路及び高周波電源の故障を防ぐことができるという効果がある。このように、プラズマドーピングを行った後にアモルファス化プラズマ照射を行う、いわゆる後処理のアモルファス化を含む工程の組合せにおけるプラズマ切り替え時の工夫は、後処理のアモルファス化がイオン注入によって実現されるようにしてもよい。

[0023] また本発明の不純物導入方法は、前記第2のプラズマ照射工程に先立ち、第1のプラズマ照射工程が実行されるようにした。

この場合特にプラズマ照射工程切り替え時の整合回路及び高周波電源への負荷の増加による故障という問題があるが、この方法を用いることにより、整合回路及び高

周波電源へ余分な負荷かけることなく周辺回路及び高周波電源の故障を防ぐことができるという効果がある。

- [0024] また本発明の不純物導入方法は、前記第1のプラズマ照射工程で用いられるガス種がヘリウムまたはネオンを含む。

ヘリウムおよびネオンは、スパッタリング効率が低く、シリコンをほとんど削り取ることなくアモルファス化することが可能と考えられるのでより望ましい。

- [0025] また本発明の不純物導入方法は、前記第2のプラズマ照射工程で用いられるガス種がAr、Kr、Xe、Rnの群の少なくとも一つを含む。

この理由は、これらの元素が希ガスであり、不活性という特徴を有するからである。

また、プラズマドーピングで用いられるガス種は B_2H_6 、 BF_3 を用いた報告が多く、これらのプラズマドーピングと組合せて適用可能である。

- [0026] このように、プラズマの切り替え時に高周波電源などに掛かる負荷を低減でき、装置の故障を起こすことなく効率的にプラズマを用いたシリコン極浅層のアモルファス化と、プラズマドーピングを組合せたプロセスを行うことができる。

また本発明の不純物導入方法は、アモルファス化プラズマ照射を行った後にプラズマドーピングを行う組合せ、プラズマドーピングを行った後にアモルファス化プラズマ照射を行う組合せ、アモルファス化プラズマ照射を行った後にプラズマドーピングを行い、さらにその後にアモルファス化プラズマ照射を行う組合せ、の群から選ばれる工程の組合せで行われる。

発明の効果

- [0027] 以上説明してきたように、本発明では、シリコン極浅層のアモルファス化と、プラズマドーピングを組合せたプロセスの中で、プラズマを切り替える時に高周波電源や回路に負荷が掛からないようにプロセスを工夫したものである。すなわち、プラズマ切り替える時に、放電を止めて整合ポイントを各プラズマに適応するように設定したり、バイアスパワーを下げたり、圧力を上げたりすることで、高周波電源や周辺回路を破損させることなく前記プロセスを実行することができる。

従って、スループットや装置への投資効率を良い水準に保ったまま、光吸収率の高い極浅の不純物導入層を形成する方法を提供することが可能となる。

発明を実施するための最良の形態

[0028] 次に、本発明の実施の形態について説明する。

まず本実施の形態で用いる装置について説明する。ただし、本発明は以下の装置に限定されるものではない。

この装置100は、図7に示すように高周波電源1、マッチングボックス2、コイルおよびアンテナ3、マスフローコントローラ4および5、ターボ分子ポンプ6、コンダクタンスバルブ7、ドライポンプ8、サーキュレータ9、DC電源10、マッチングボックス11、高周波電源12および下部電極14を有しており、シリコン基板等の被処理基体13は基板載置台を兼ねる下部電極14上に載置される。

[0029] まず、被処理基板としてのシリコン基板13をプロセスチャンバー15内に搬送した後、下部電極14上に設置して、プロセスチャンバー15には希ガスの導入管16とジボランガスの導入管17を別々に接続した。希ガスは希ガスプラズマを照射することでシリコン基板表面のアモルファス化処理用に用いるものである。ガス流量はマスフローコントローラ4, 5で別々に制御できるように構成されている。

なお、本実施の形態では、固体基体自体の表面のアモルファス化について説明するが但し本発明はそれに限定されるわけではなく、固体基体上に形成された薄膜の表面にも適用可能であることはいうまでもない。

[0030] (実施の形態1)

図1に実施の形態1の方法のフローチャートを示す。本実施の形態1では、アモルファス化プラズマ照射では(A)プラズマを用いる。また、プラズマドーピングでは(B)プラズマを用いる。(A)プラズマは、Heプラズマであり、圧力は0.9Pa、バイアスパワーは100Wとした。(B)プラズマは、 B_2H_6 ガスをHeガスで希釈したプラズマであり、圧力は2.0Pa、バイアスパワーは100Wとした。

初めに、バイアス高周波電源の初期状態を(A)プラズマ用の整合ポイントに設定した。その後、(A)プラズマを用いてシリコン基板にプラズマを照射し、アモルファス化した。所定の時間だけプラズマ照射を行った後、いったんプラズマを止めた。そして、バイアス高周波電源の初期状態を(B)プラズマ用の整合ポイントに設定した。その後、(B)プラズマを用いてシリコン基板にプラズマドーピングを行った。

[0031] (実施の形態2)

図2に実施の形態2の方法のフローチャートを示す。本実施の形態2では、アモルファス化プラズマ照射では(A)プラズマを用いる。また、プラズマドーピングでは(B)プラズマを用いる。(A)プラズマは、Heプラズマであり、圧力は0.9Pa、バイアスパワーは100Wとした。(B)プラズマは、 B_2H_6 ガスをHeガスで希釈したプラズマであり、圧力は2.0Pa、バイアスパワーは100Wとした。

[0032] 初めに、バイアス高周波電源の初期状態を(A)プラズマ用の整合ポイントに設定した。その後、(A)プラズマを用いてシリコン基板にプラズマを照射し、アモルファス化した。所定の時間だけプラズマ照射を行った後、バイアスパワーを0Wまで低下させた。その後、圧力調整弁を絞り、 B_2H_6 ガスをプロセスチャンバー内に導入して圧力を2.0Paまで上昇させ、(B)プラズマに切り替えた。その後、バイアスパワーを100Wに上昇させ、プラズマドーピングを行った。

[0033] (実施の形態3)

図3に実施の形態3の方法のフローチャートを示す。本実施の形態3では、アモルファス化プラズマ照射では(A)プラズマを用いる。また、プラズマドーピングでは(B)プラズマを用いる。(A)プラズマは、Heプラズマであり、圧力は0.9Pa、バイアスパワーは100Wとした。(B)プラズマは、 B_2H_6 ガスをHeガスで希釈したプラズマであり、圧力は2.0Pa、バイアスパワーは100Wとした。

初めに、バイアス高周波電源の初期状態を(A)プラズマ用の整合ポイントに設定した。その後、(A)プラズマを用いてシリコン基板にプラズマを照射し、アモルファス化した。所定の時間だけプラズマ照射を行った後、圧力を2.5Paまで上昇させ、 B_2H_6 ガスをプロセスチャンバー内に導入して、(B)プラズマに切り替えた。その後、圧力を2.0Paまで低下させてプラズマドーピングを行った。

[0034] (実施の形態4)

図4に実施の形態4の方法のフローチャートを示す。本実施の形態4では、アモルファス化プラズマ照射では(A)プラズマを用いる。また、プラズマドーピングでは(B)プラズマを用いる。(A)プラズマは、Heプラズマであり、圧力は0.9Pa、バイアスパワーは100Wとした。(B)プラズマは、 B_2H_6 ガスをHeガスで希釈したプラズマであり、圧

力は2. 0Pa、バイアスパワーは100Wとした。

[0035] 初めに、バイアス高周波電源の初期状態を(B)プラズマ用の整合ポイントに設定した。(B)プラズマを用いてシリコン基板にプラズマドーピングを行った。所定の時間だけプラズマドーピングを行った後、いったんプラズマを止めた。そして、バイアス高周波電源の初期状態を(A)プラズマ用の整合ポイントに設定した。その後、(A)プラズマを用いてアモルファス化プラズマ照射を行った。

[0036] (実施の形態5)

図5に実施の形態5の方法のフローチャートを示す。本実施の形態5では、ドーピング前のアモルファス化プラズマ照射では(A)プラズマを用いる。また、ドーピング後のアモルファス化プラズマ照射では(C)プラズマを用いる。さらに、プラズマドーピングでは(B)プラズマを用いる。(A)プラズマは、Heプラズマであり、圧力は0. 9Pa、バイアスパワーは100Wとした。本実施の形態5では、(C)プラズマは(A)プラズマと同じものを用いた。ただし、別の条件を用いても構わない。(B)プラズマは、 B_2H_6 ガスをHeガスで希釈したプラズマであり、圧力は2. 0Pa、バイアスパワーは100Wとした。

[0037] 初めに、バイアス高周波電源の初期状態を(A)プラズマ用の整合ポイントに設定した。その後、(A)プラズマを用いてシリコン基板にプラズマを照射し、アモルファス化した。所定の時間だけプラズマ照射を行った後、いったんプラズマを止めた。そして、バイアス高周波電源の初期状態を(B)プラズマ用の整合ポイントに設定した。その後、(B)プラズマを用いてシリコン基板にプラズマドーピングを行った。所定の時間プラズマドーピングを行った後、いったんプラズマを止めた。そして、バイアス高周波電源の初期状態を(C)プラズマ用の整合ポイントに設定した。ここでは、(C)プラズマが(A)プラズマは同じものを用いているので、整合ポイントも同じに設定した。その後、(C)プラズマを用いてアモルファス化プラズマ照射を行った。

[0038] 本実施の形態1から5のようにすることで、バイアス高周波電源を故障させることなく、アモルファス化プラズマ照射とプラズマドーピングを組合せたプロセスを繰り返し行うことができるようになった。これにより、高い光吸収率を持つ極浅の不純物層を、装置を故障させることなく容易に作製できるようになった。

[0039] (比較例)

次に比較例について説明する。

図6を用いて、実施例と比較例のプロセスの違いを説明する。

比較例では、アモルファス化プラズマ照射では(A)プラズマを用いる。また、プラズマドーピングでは(B)プラズマを用いる。(A)プラズマは、Heプラズマであり、圧力は0.9Pa、バイアスパワーは100Wとした。(B)プラズマは、 B_2H_6 ガスをHeガスで希釈したプラズマであり、圧力は2.0Pa、バイアスパワーは100Wとした。これは実施例と同じである。

- [0040] 比較例では、初めに、バイアス高周波電源の初期状態を(A)プラズマ用の整合ポイントに設定した。その後、(A)プラズマを用いてシリコン基板にプラズマを照射し、アモルファス化した。所定の時間だけプラズマ照射を行った後、 B_2H_6 ガスをプロセスチャンバーに導入し、圧力を調整して2.0Paとし、(B)プラズマを用いてシリコン基板にプラズマドーピングを行った。このときのプラズマの切り替え時に自動でバイアスの整合ポイントを調整しようとするが、調整しはじめる初期の段階でバイアス高周波電源に負荷がかかり、バイアス高周波電源がしばしば故障する。故障回数は6ヶ月間で3回であった。

産業上の利用可能性

- [0041] 以上説明してきたように、本発明によれば、バイアス高周波電源を故障させることなく、アモルファス化プラズマ照射とプラズマドーピングを組合せたプロセスを工程が簡単でスループットが高い状態で繰り返し行うことができ、高い光吸収率を持つ極浅の不純物層を容易に作製できることから、微細な半導体集積回路の形成に有効である。

図面の簡単な説明

- [0042] [図1]本発明の実施の形態のプロセスの一例を示す図である。
[図2]本発明の実施の形態のプロセスの一例を示す図である。
[図3]本発明の実施の形態のプロセスの一例を示す図である。
[図4]本発明の実施の形態のプロセスの一例を示す図である。
[図5]本発明の実施の形態のプロセスの一例を示す図である。
[図6]比較例のプロセスの一例を示す図である。

[図7]不純物導入装置を示す図である。

符号の説明

[0043] 100 装置

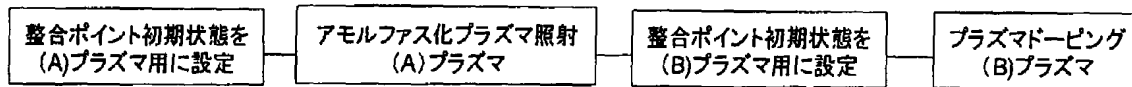
- 1 高周波電源
- 2 マッチングボックス
- 3 コイルおよびアンテナ
- 4, 5 マスフローコントローラ
- 6 ターボ分子ポンプ
- 7 コンダクタンスバルブ
- 8 ドライポンプ
- 9 サーキュレータ
- 10 DC電源
- 11 マッチングボックス
- 12 高周波電源
- 13 被処理基体13
- 14 下部電極
- 15 プロセスチャンバー
- 16 希ガスの導入管
- 17 ジボランガスの導入管

請求の範囲

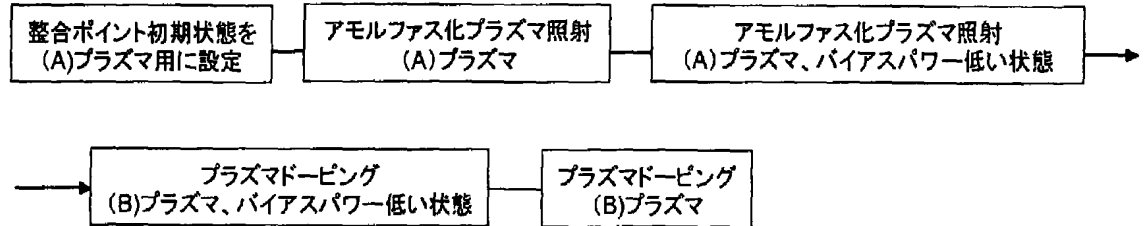
- [1] 半導体基板の表面をアモルファス状態とするアモルファス化プラズマ照射を行う第1のプラズマ照射工程と、前記半導体基板に浅い接合を形成すべく不純物をプラズマドーピングする第2のプラズマ照射工程とを含み、
前記第1のプラズマ照射工程から前記第2のプラズマ照射工程に移行するに際し、プラズマ照射条件を設定しなおす再設定工程を含む不純物導入方法。
- [2] 前記再設定工程は、プラズマ発生源の初期状態を各工程で使用するプラズマに適應するように設定し直す工程を含む請求項1に記載の不純物導入方法。
- [3] 前記再設定工程は、整合回路の整合ポイントの初期状態を各工程で使用するプラズマに適應するように設定し直す工程を含む請求項1または2に記載の不純物導入方法。
- [4] 前記再設定工程は、前記第1のプラズマ照射工程から前記第2のプラズマ照射工程に移行するに際し、一旦放電を停止して再設定する工程を含む請求項1乃至3のいずれかに記載の不純物導入方法。
- [5] 前記再設定工程は、前記第1のプラズマ照射工程から前記第2のプラズマ照射工程に移行するに際し、バイアスパワーを下げても変化させた後に所望のバイアスパワーを印加する工程を含む請求項1乃至3のいずれかに記載の不純物導入方法。
- [6] 前記再設定工程は、前記第1のプラズマ照射工程から前記第2のプラズマ照射工程に移行するに際し、圧力を上げて、圧力を除く他の条件を変化させた後に所望の圧力を設定する請求項1乃至3のいずれかに記載の不純物導入方法。
- [7] 前記第1のプラズマ照射工程の後に、前記第2のプラズマ照射工程が実行されることを特徴とする請求項1乃至6のいずれかに記載の不純物導入方法。
- [8] 前記第2のプラズマ照射工程の後、更に第1のプラズマ照射工程が実行されるようにした請求項7に記載の不純物導入方法。
- [9] 前記第2のプラズマ照射工程に先立ち、第1のプラズマ照射工程が実行されるようにした請求項1乃至6のいずれかに記載の不純物導入方法。
- [10] 前記第1のプラズマ照射工程で用いられるガス種がヘリウムまたはネオンを含むことを特徴とする請求項1乃至9のいずれかに記載の不純物導入方法。

- [11] 前記第2のプラズマ照射工程で用いられるガス種がAr、Kr、Xe、Rnの群の少なくとも一つを含む請求項1乃至9のいずれかに記載の不純物導入方法。

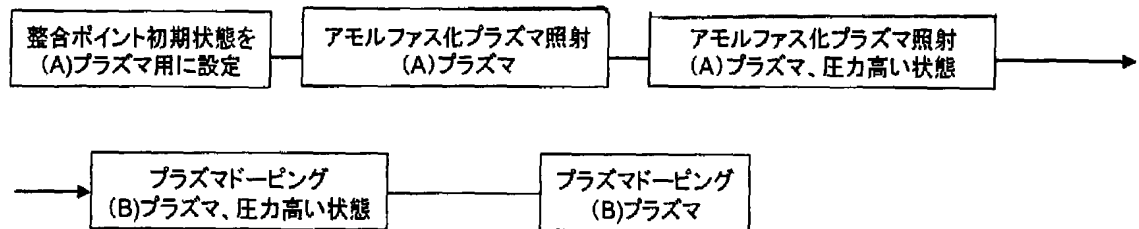
[図1]



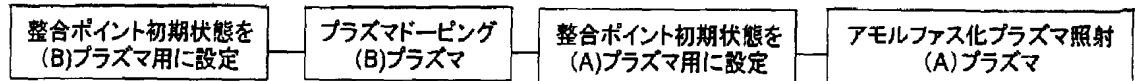
[図2]



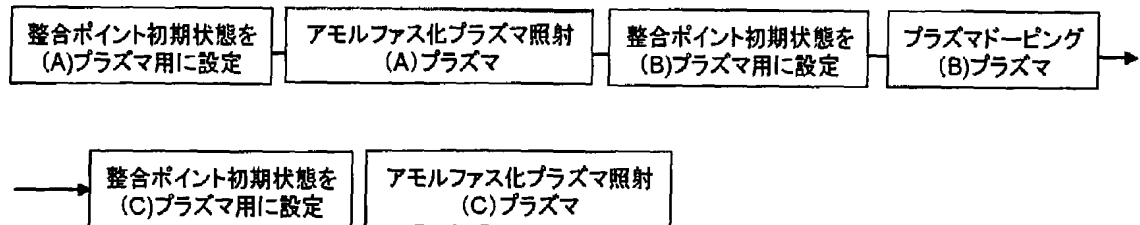
[図3]



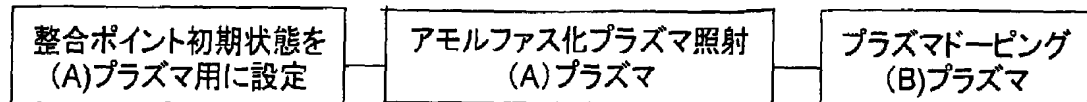
[図4]



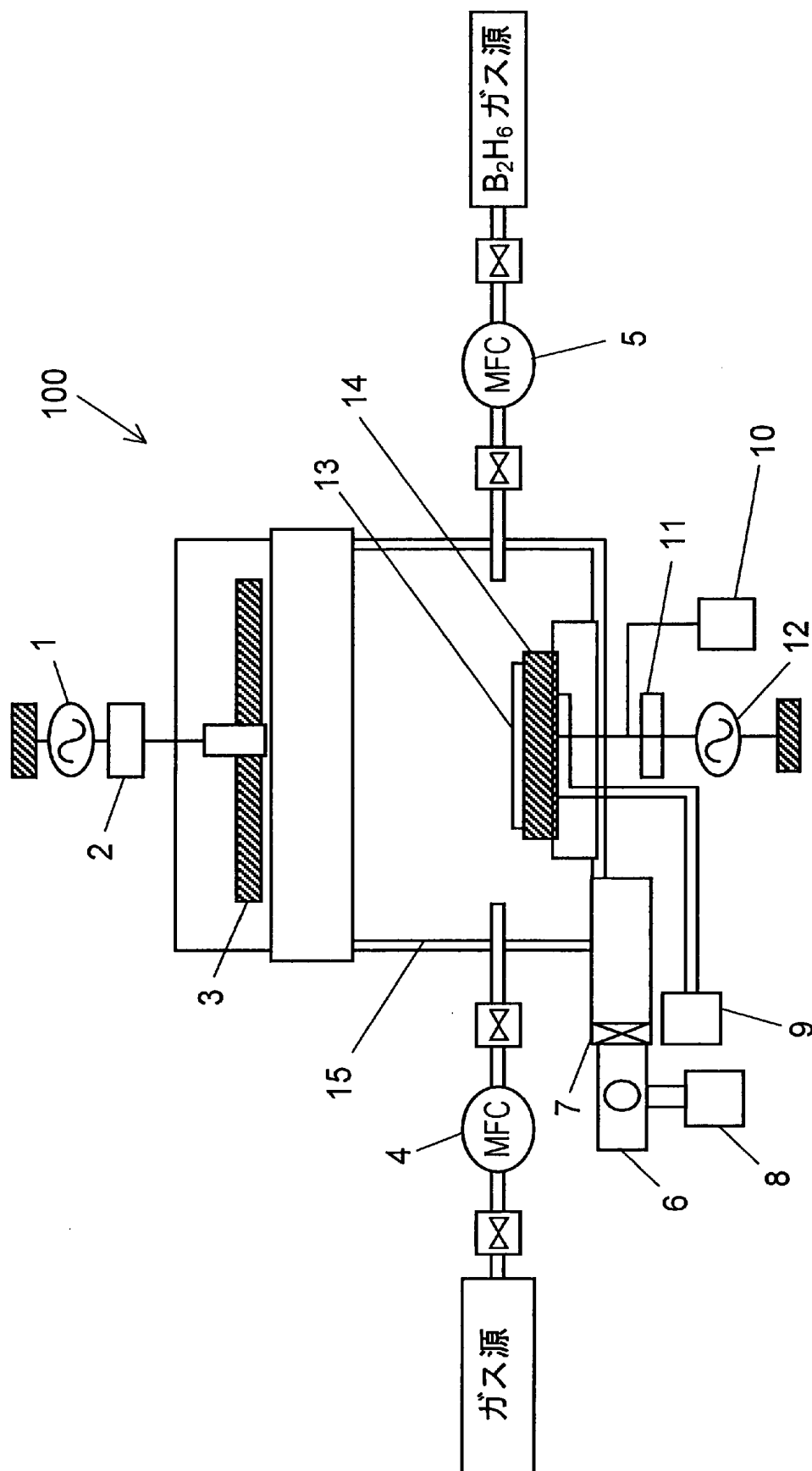
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/001706

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int . Cl⁷ H01L21/265

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int . Cl⁷ H01L21/265

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-2005	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan oho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 09-102465 A (APPLIED MATERIALS, INC.), 15 April, 1997 (15.04.97), Full text; all drawings & US 5155369 A	1-11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
18 February, 2005 (18.02.05)

Date of mailing of the international search report
08 March, 2005 (08.03.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ⁷ H01L21/265		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ⁷ H01L21/265		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-2005年 日本国公開実用新案公報 1971-2005年 日本国実用新案登録公報 1996-2005年 日本国登録実用新案公報 1994-2005年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 09-102465 A (アプライド マテリアルズ イン コーポレイテッド) 1997. 04. 15, 全文, 全図 & US 5155369 A	1-11
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願 の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 18. 02. 2005	国際調査報告の発送日 08. 3. 2006	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 宮崎園子	4 L 9 2 7 7
電話番号 03-3581-1101 内線 3496		